

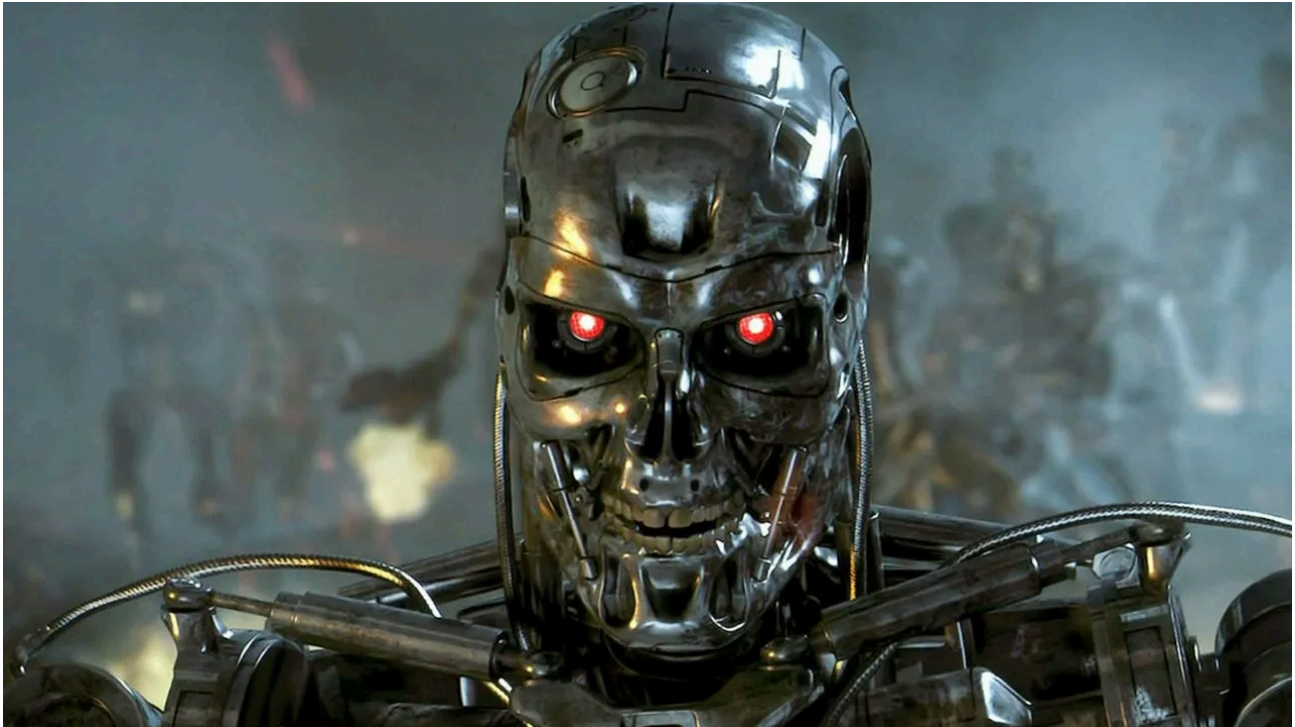
What Unitree's Evolution Means For Robotics

fabricatedknowledge.com/p/in-depth-what-unitrees-evolution

Akash Patel, Doug OLaughlin, Michelle Shen

June 24, 2026

机器人与类人机器人长期以来一直是电影、科技领域及公司发布会上的热门话题。许多世界 500 强企业多年来持续深耕机器人技术，例如开发装配型机器人以及无人机、机器狗等消费级产品。如今，技术发展已近乎追上人类的步伐，一家公司正致力于重新定义人形机器人产业。



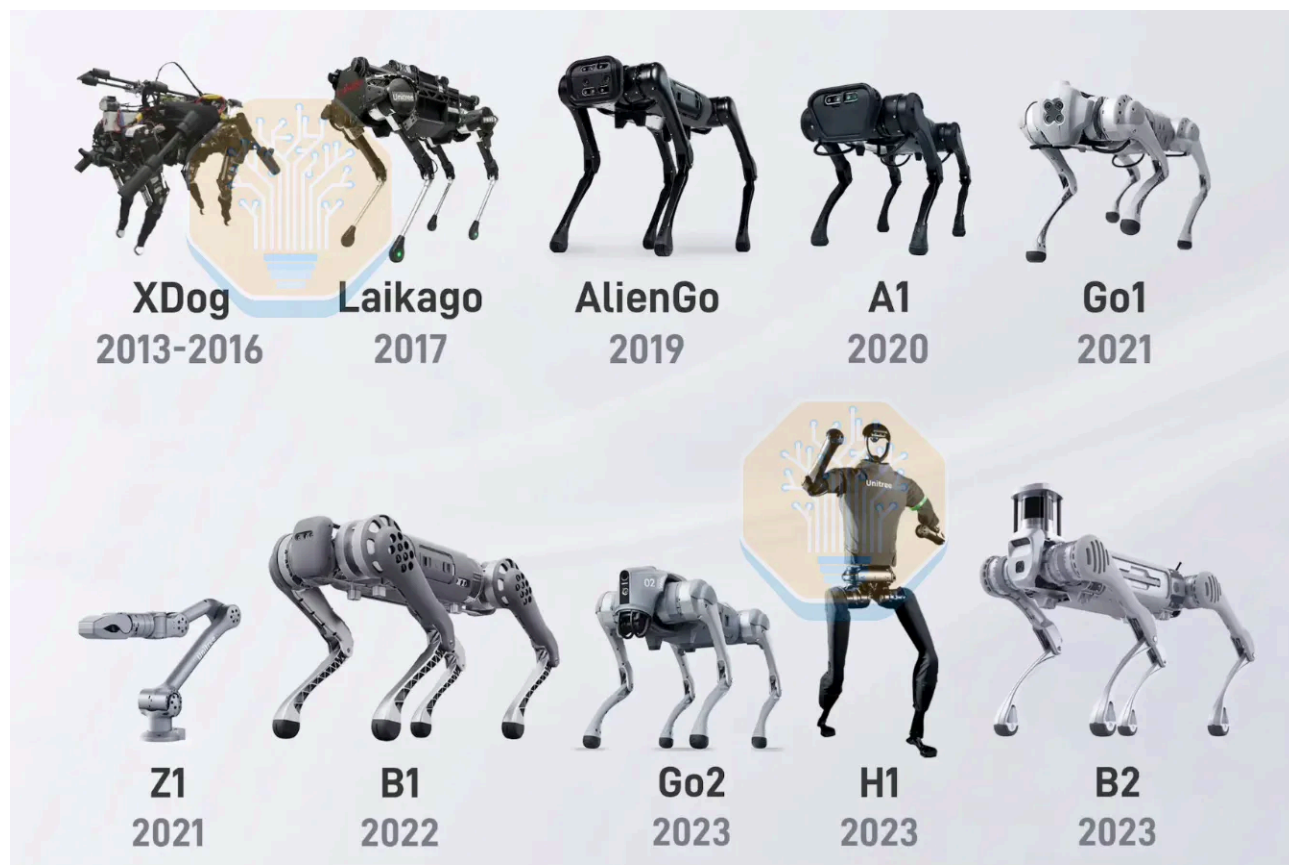
派拉蒙影业，2015 年

On this weeks pod, the robotics team discusses the advancement of China's Unitree G1 Humanoid Robot and the barrier of limitations when it comes to manufacturing and developing humanoids. The company defining the humanoid market got it's launch out of the DJI playbook: own the hardest part, sell something cheap and breakable, and let the domino effect begin. The team calls it "China's scaling law," the oversupply strategy working yet again [\(00:14:22\)](#)在本期播客中，机器人团队探讨了中国宇树科技 G1 人形机器人的最新进展，以及人形机器人制造与开发过程中所面临的瓶颈。这家定义人形机器人市场的公司，其起步方式与大疆如出一辙：攻克最难的技术环节，推出廉价易损的产品，从而引发连锁反应。团队将这一策略称为“中国式规模法则”——供给过剩的策略再次应验 [\(00:14:22\)](#)。

好莱坞电影里，机器人总是以完整生命体的形象出现，但 Unitree 打破了这种对作为驱动机器人四肢的核心部件，执行器不仅承担着大部分功能，其成本更占成本过半。通过将四足机器人价格从数万美元压缩至数千美元，这家公司为人形



的关键零部件积累了多年的批量产能。首个人形机器人 H1，本质上就是个靠双腿站立的四足机器人，弯曲的膝盖和蹒跚的步态暴露了其本质（00:45:42）。这与其说是机器人技术的突破，不如说是制造工艺的进步。



来源：Zoomax

优势何在？产品背后的世界才是关键。团队穿梭于深圳的电子市场，在那里，制造商只需带着现金，便能在一地购齐无人机的所有零部件（00:28:03）。宇树自行生产电机和减速器，而竞争对手则依赖外包，这使得宇树的利润率不断攀升，价格却随之下降。这条路，比亚迪在电池领域走过，大疆在控制器领域也走过：谁掌握了瓶颈，谁就掌握了市场。



来源：环球资源

When it comes to discussing the geopolitics in humanoid development, discussions arise how China is the dominant player in the industry. The example about China holding nine out of ten of the topsolar panel companies is a template at how a dominant China can trump a niche market (00:06:43). America's position is mostly aspirational by comparison, short on neodymium, thin on board manufacturing, tied to a chemical supply chain routing through China regardless (00:42:17)谈及人形机器人研发的地缘格局，中国被公认为业界的主导力量。以全球十大太阳能面板制造商中九家来自中国为例，这生动展示了主导地位如何让中国在利基市场中占据绝对优势 (00:06:43)。反观美国，其地位更多停留在空想层面：缺乏钕资源，电路板制造薄弱，化学品供应链也不得不依赖中国 (00:42:17)。

其背后的数学原理，预示着宇树科技在重复性、可指派任务上能够以低于人力成本的保守假设成为现实。尽管不要求制作得非常精良，只需足够推动下一代的发展。团队讨论结束时，他们开始考虑在现实世界中让类人机器人执行的具体任务，例如叠衣服或洗碗 (00:47:38)。这些事情或许已不再像从前那样科幻了。



华纳兄弟影业公司，2017 年出品

订阅 SemiAnalysis 周刊，即可获得半导体、人工智能基础设施与机器人市场领域的专家洞见。如需深度解析 AI 供应链、芯片经济学及市场分析，敬请关注我们的 YouTube 和 Spotify 频道。

音频与文字实录：

以下记录的是 Jordan Nanos、Reyk Knuhtsen 与 Niko Ciminelli 之间的对话，内容经过少量编辑，以求行文流畅、表达清晰。

乔丹：各位朋友好，我是乔丹。欢迎收看本期《半分析周刊》。本周我们邀请到了尼科和雷克，一起深入聊聊宇树科技——包括他们即将启动的 IPO、人形机器人技术，以及我们此前发布过的机器人自主分级和四足机器人市场动态等相关文章。希望大家喜欢。

那么，从真实世界实际部署的数量来看……机器人技术似乎才刚刚起步，即将全面接管整个制造工厂，或者说……

Niko：...连工业部署都算不上。在我们之前的报道里，我觉得我们已经给了他们比较宽松的评价了。他们的改进确实很实在，但考虑到过高的损耗率、载荷能力以及硬件内部精度的问题，说句不好听的，我们现在还处在非常初级的阶段。我其实也不是特别确定。就算在合作伙伴内部，我们也还在摸索具体的衡量标准。我觉得他们对工业部署的定义太宽泛了。这些机器人目前主要就是带人参观一下场地，最多也就只能让它们去捡箱子这类简单活儿。

现在，我不认为这对整个通用机器人领域来说是真的，但他们参照的研究模式影响巨大。工业落地是真实的，或许对整个机器人行业而言都是如此。Unitree 的发展速度则处在一条不同的轨道上。我们想传达的核心观点是，机器人正以极快的速度进化，硬件形态也变得更加强大。

这里有宇树科技，还有研究市场，这个市场过去一直不被重视。再看整个机器人行业，它正开始具备人工智能能力。虽然还处于非常早期的阶段，但我们已经能看到这种趋势。此外，还有一些显然具有工业应用价值的外形设计，但它们更为复杂，成本也更高。

雷克：对。我们并非试图论证，这种工业应用模式已经广泛可行、完全成熟，可以随便部署在任何地方。实际情况并非如此，对吧？你还需要考虑吞吐量和可靠性等问题。在我们的报道里，这些设备仍然时常发生故障。但关键在于，即使是完成最微小的任务，它也能发挥作用。而这一点至关重要，因为就在不久前，还没有人真正把它们当回事。

乔丹：没错。那他们为什么要上市？选择在哪个市场上市？

尼科：在中国，公司上市速度快得多。有时协议里会写明要在多少年内上市，有时还需要为资本承担责任。这一点各位和我们一样清楚，但我认为这对他们来说是必要的。而且他们的收入规模也不小。他们开拓的市场正在增长，并且具有可持续性。在那些应用场景中，他们是主流的外形设计。产品易于使用，开发者工具包也在不断改进。

乔丹：你说收入不错，但也就是当导游挣的那些钱。

尼科：没错，不过研发和爱好者市场的规模，其实比人们普遍认为的要大得多。

雷克：平心而论，收入情况良好，原因在于他们之前对这些机器人定价很高——相当高。就算看我们的物料清单，税前单价 27,000 美元，毛利率仍高达 67%，简直离谱。这主要是因为目前能压低价格对手还不多，所以宇树趁机在市场上狠狠赚了一笔。预计后续价格还会继续下跌。收入之所以这么高，还有一个关键因素：以前花 54,000 美元买的机器人，运行五分钟就报废了；现在同样的东西降到 3 万美元——降幅相当惊人。

Niko: 他们还能以独特的规模进行量产，而且迭代周期、改进和工程速度都极快。他们这是在自断后路。如果我大幅降低这款机器人的成本……美国那些机器人公司可能想一步登天，从零到完美，追求手部灵巧性、强大载荷，并实现所有新突破。而他们的赌注是，我要造出一款价格超低的机器人。

顺便提一句，我们所有人也都在努力破解软件难题，比如如何攻克控制器、如何构建有趣的 AI 模型，让机器人真正派上用场。结果发现，在进行所需实验时，硬件既要便宜又要好用，因为免不了会坏，而且你还得指望能快速维修。这些东西本质上就是实验性的，而随着公司一步步发展壮大，他们的硬件能力也在不断提升。所以这算是一种自下而上的成长路径，很像有点像大疆那套模式。

Jordan：是的，我能理解为何拿它跟比亚迪和大疆比较，因为你提到的“破釜沉舟”策略。如果一家公司有能力且想抢占整个市场，这确实是一种合理的竞争手段。不过，在这两个案例中，在它们入局之前，无人机和汽车市场本身就已经很成熟了。虽然电动汽车或自动驾驶技术可能算是新的领域，但当时市场上也已经有不少玩家了。

机器人，特别是人形机器人……它们并非在试图与某个已有的竞争对手较量。它们基本上是在开创并塑造这个市场，随着市场的发展而成长。这让我联想到太阳能面板行业，全球前十

强的厂商中，中国就占了九家。那么，你相信他们在国内也会面临竞争吗？还是说，他们只是在为美国设下门槛，将其挡在市场之外？

Niko：我觉得这篇文章的核心意图，说正经的，有两点，但主要目的是想强调这个市场中规模经济的重要性。人工智能带来的利好显而易见，这点无需多言。就像人们曾因比亚迪而购买汽车，但电动汽车又是另一回事——而这里的情况是独立且不同的。无人机也类似。编这段时，人工智能需求肯定是主要驱动力。语言模型已变成极其强大的经济工具和载体，而机器人模型从研究角度看，也显露出一些早期活力。我想没人希望某天醒来后惊呼：“哎呀，我们居然错过了这班船。”

中国在工业自动化领域整体处于领先地位，其机器人密度（即每万名工人对应的机器人数量）已超过美国。这主要体现在传统工业自动化方面，如单一的拾取-放置操作以及移动电子产品的生产等。然而，近年来，中国的协作机器人性能显著增强，成本也大幅降低。虽然它们在可靠性上尚未完全达到欧美产品的水平，但进步速度极快。中国政府一直大力推动自动化发展，因此实现了极高水平的普及。基于在消费电子和汽车等领域的成功经验，中国完全有能力将机器人产业视为一个重要的战略方向。

所以，这既属于他们的核心优势领域，也是他们在消费电子和汽车行业早已深耕的强项，再加上人工智能的发展趋势十分明朗，这让他们得以在 AI 早期阶段就超前布局，思考如何构建硬件生态系统。

Reyk：乔丹，你提到大疆（DJI）这一点非常到位，我来补充一下。大疆当时确实把产品卖进了无人机市场，但我们论文中想重点强调的是，那时候压根儿就不存在什么消费级无人机市场。那根本就不算个产业。回到 2010 年代初，要么是一帮人在自家地下室捣鼓出几千美元的无人机，要么就是花两万美元买个近乎军用级别的玩意儿。所以，这个细分市场从一开始就是空白的。

随后大疆创新入场，推出了一款现在看似乎平平无奇，但在当时却颇具开创性的产品。这款产品价格亲民、功能完备、自带摄像头，且稳定性足以满足普通用户的无人机使用需求。紧接着——此时不妨回顾下我的数据——在首次推出后，短短两年左右，他们的营收就飙升至约 1 亿美元。真是令人惊叹。

尼科：嗯，没错。

Niko：我觉得那是 1.3 亿美元。嗯，没错。

Reyk：是的。感觉就像，哦。这个市场之前根本不存在，但你几乎可以创造出一个来。只要让人们看到它的价值，再把价格做得足够低，客户自然会找上门。大疆当初就是这么干的。至于宇树科技，你知道……

乔丹：你说的是大疆吧。我把它投屏展示一下，我们一起来看看。你刚才说的数字是……400 万？

Reyk：4.3 亿。挺疯狂的，对吧？不过，这倒不是说宇树科技现在就在整个人形机器人市场里风生水起、独领风骚，毕竟这个市场还很小，很难说得这么绝对。但话说回来，万一真成

了呢……我们之前也隐约点到过。这家公司实力相当不俗。他们正在打造一些价格合理、且开始显现实用价值的机器人。回顾过往，这种策略在初期吸引客户、随后实现规模化增长和性能提升上，都颇为奏效。再看看现在的大疆，简直是无处不在。

Niko：这算不上什么高见，但就像无人机一样，人们最初对这类技术兴趣浓厚。然而，它们是一种新奇且极其昂贵的科技，基本上只有政府或财力雄厚的人才能获得授权使用。市场上有大量参与者，包括小公司和爱好者，Reik 在提到无人机时指出，这归根结底是个成本问题。

宇树科技实际上是在强调：当他们的四足机器人价格足够低廉时…人们非常认真地提出了一个疑问：四足机器人的市场究竟在哪里？从工业角度来看，可以说在进度追踪和安全监控方面有巨大的应用潜力，我认为这一点被很多人严重低估了。但这并非四足机器人主打的卖点。人们更想买一只机器狗，然后探索它能做什么。无论是那些非常不专业的人士用 Claude Code 做实验、社交媒体网红，还是欧美及中国那些只是想了解这项技术本质的、有相当能力的工程师…只要价格合理，一个白领阶层的人攒攒钱就能买得起，那么愿意把它当玩具玩的人就会数量惊人，就像当初他们对待无人机那样。

这一切中最奇特的地方在于……现在拿出这张图表再合适不过了……几年前，这家公司还只是做四足机器人的，没人把他们当回事。这篇文章的出发点之一是：这家原本专注四足机器人的公司，通过实现规模经济、找准真实的市场需求，成功降低了成本，改进了硬件，提升了工程可靠性，全面提高了产品质量，最终打造出深受用户喜爱的产品。这为他们赢得了“天选之机”，得以继续开发下一代产品。正因为有了这份底气，他们不断攀登能力阶梯，压缩成本，每一次都开辟出更广阔的市场。随着公司不断壮大，他们有能力制造出功能越来越强大的产品。

我经常在跟 Reyk 一起写合作文章时提到一个观点：规模效应就是中国的“增长法则”。我们反复看到，这种“供过于求”的策略在中国行得通。这已经不是第一次了——那些以古怪、出人意料的方式起步的巨型企业，最终总能让人刮目相看，因为它们从不停止迭代，也从不停止创新。

乔丹：你们俩似乎都非常肯定，只要成本降下来、质量提上去，对人形机器人的需求就会自然而然地出现。

Niko：人工智能能力和硬件质量都很好。对。

乔丹：没错，没错。

雷克：这其实正是我们在《自主层析》论文里探讨的核心论点。我想跟那些还有印象的读者们重温一下。《自主层析》的本意是想证明：机器人不需要具备最顶尖的能力才能产生价值。它完全可以胜任一些非常基础的工作。这也是我们推出那篇四足机器人论文的初衷——好比说，好吧，宇树科技确实造出了很好的四足机器人，但那又意味着什么？不过是一只到处溜达的狗而已，谁会在乎？但是，仔细一想，你其实真能找到不少实际用途。比如用它来做建筑工地的扫描工作——这可是个成本高昂的活儿，需要完成所有复杂的数据捕捉。或

者在某些因空间局限而难以启用汽车配送的地点，让机器人送货，这反而在经济上具有可行性。

所以我的机器人并不需要十全十美。真的不需要。它只需要能完成我想让它做的几件事，并且在成本上能跟人类做同样的事情持平。这就回到了我们之前说的那个热力图场景，我们想说明的是...我们并没有吹嘘这是个多么了不起的机器人。我们明确表示，这绝不是顶尖的、完美的机器人。但听我说，即使存在各种缺陷，哪怕假设完全依靠远程操控，假设平均每隔 20 分钟就会出一次故障，修好需要 5 分钟，也就是只有 15 分钟能正常工作...然后拿它跟人类做同样的事相比，它实际上只是略微胜出一点点。它仅仅是好到了足以让你能把它放进仓库，让它干点活儿。

我们并没有让它去执行最复杂的任务。我们并没有说它能把箱子里的东西以每分钟 200 件的速度取出来，还要花很多心思去想怎么分拣。不是的，它只是把这个箱子拿起来，然后放在那边。非常基础的操作。但这就是一个完整的工作岗位。这确实是一个完整的工作岗位啊。

乔丹：对，没错。你这个类比让我想起了 2022 年的 ChatGPT 时刻，或者是几个月、半年前，甚至一年前的 Claude Code 时刻。在我看来，需求显然存在，但我们同时也正在经历这样的阶段——种种迹象表明，即便现在应用范围还很窄，这项技术未来也会变得极其有用。你难道不认为，硬件在可靠性方面、软件和整体操作在质量方面，都没有明显的提升瓶颈吗？它们完全可以持续改进，从而在未来更可靠地完成越来越多具有经济价值的任务。

Niko：我认为这个问题有几个层面。什么是所谓的“ChatGPT 时刻”？我通常觉得这个说法不太准确。为什么这么说呢？因为当我们拿到 Sonnet 3.5 或 3.7 时——具体时间点取决于你如何看待代码功能的推出.....我不喜欢说代码问题已经被“攻克”，因为语言模型确实让代码处理能力变得异常强大。但我觉得，正经搞研究的人不会说它已经彻底解决了，只能说它变得非常实用了。

机器人要投入实际应用，必须达到极高的可靠性（即所谓“几个九”的可靠性水平）。它很难长期作为单纯的经济补充存在，因为它本质上是在替代一个劳动力单位——准确地说，不是取代某个人，而是为了完成某个任务，你本来需要一个人来做这个任务，现在机器人填补了这份产能。那么，这在现实中的具体模式是什么呢？可能是合法的远程操控，由来自另一个地区、成本更低的人员来操作机器人。更理想的情况是，机器人具备高度的自主性，可能偶尔需要人工干预修正，并且希望一个操作员能同时修正多个机器人。这些机器人也不一定非得是人形机器人，我们看到很多轮式底盘上安装机械臂的方案。正如雷克提到的，随着时间推移，应用规模会扩大，硬件也会不断改进。

我们想要表达的核心观点，并不是说前方没有大量工作有待完成。人们一直在讨论，未来是否会采用肌腱式手臂，还是走无界（Wuji）和沙尔帕（Sharpa）的路线，这都需要极高的精度和精密的制造工艺。就目前而言，这些仍然是手部技术上的巨大难题。是否需要手部装置，完全取决于具体的应用场景。我们在软件和硬件方面都还有很长的路要走。就像代码技术刚兴起时，我们在自动驾驶研究领域，甚至在白领工作中那些非代码、且结果不易验证的领域，同样面临漫长的探索过程。同理，在机器人领域，一些技术会逐步成熟，但由于对可靠性的高要求，其进程会慢得多。然而，你会获得一种有趣的视角来看待这个问题：你会看

到巨大的需求冲击，它们具有非凡的力量，能够将海量资本注入整个生态系统——我认为人们对此的体会还不够深刻。

乔丹：你能否说明一下，你所预见的这种需求冲击具体会是什么样的情况？

Niko：随着价格下降和性能提升，一些市场推广机会将吸引大量资本、人才、投资和客户涌入市场。

Reyk：没错，比如……我们在自主性论文里提到了几个应用场景。如今机器人在吞吐量、可靠性和任务容错性这几个方面已经具备了能力。论文中我最喜欢的例子是烹饪机器人，它只用两条机械臂就能翻炒洋葱。这操作非常简单，基本不会出错。我脑子里有计时器，能判断锅的温度，绝不会烧焦东西。这样一来，机器人就能做饭了。全球有多少帮厨岗位？这个巨大的市场就因为它会翻炒洋葱而突然打开了。就像 Niko 说的，这会带来巨大的需求变动。或者换句话说，哦，看来这确实行得通。

Niko：再次感谢 Cloud Chef。有趣的是，西方市场常常忽略一点：我们某些行业正经历严重的人才流失。Reyk 提出“为何我们只要求机器人比人类稍微好一点”这个问题时，背后含义是什么？假设机器人速度仍不及人类，这取决于任务需求：是高流量还是低流量？是多种工序混合的复杂任务，还是相对固定的简单操作？根据故障的严重程度——是否伤人？是否损坏昂贵设备？我们可以从不同维度分析。最终要从几个方面判断：哪些技术已成熟可用，哪些仍不成熟。

但我们想探讨的是劳动力总成本，这远不止是支付给员工的工资。对于许多机器人应用的岗位，通常并非最低工资的工作。最低工资一般会随着通货膨胀和监管要求线性增长，趋势相对稳定。然而，在美国和欧洲等地区，劳动力总成本却呈现出非线性增长态势。员工流失率越来越高，招聘成本随之攀升，企业需要投入更多资金，这使得新员工入职、技能培训以及人才招聘变得异常困难。因此，如果有一台机器人，它的工作效率只有人类的一半，但可以双班倒运行，或者一旦其效率达到人类的 70%，那么速度要求可能就不再是问题，因为最终产出反而更高。又或者机器人不需要返工，尽管它在操作上可能出错，但视觉错误较少。这正是实践中常见的现象。

因此，应用场景的突破需要从多个维度来实现，且高度依赖具体领域。当我们谈到这些需求激增时，它们会以各种形式出现。可能是来自完全以机器人为导向的服务型企业，也可能来自烹饪、物料分拣等领域。插入式任务也很快会实现，但同样取决于灾难性故障的容忍度。未来我们将见证许多变化。

数据中心确实是个令人兴奋领域，一些团队正在积极布局，对此我倍感振奋。要知道电工的成本，说到非线性定价...你们也多次提过，很多支持 AI 快速爆发的人认为，未来每个人都会变成电工，我们都会去当电工，那听起来很有趣。听起来这真是度过一天的好方式——为整个社会插拔服务器机架，所有人都在这些事情上竞争。但关键在于，目前这个市场需求巨大。至于它是否适用于新型云服务，还不确定，这取决于它们的规模、建设速度等因素。不过，随着大规模基础设施的建设，即使在初期启动阶段，也有巨大的价值。人们往往低估了维护工作的重要性，以及这部分收入会有多稳定。数据中心有时建在偏远地区，找到一位非常熟练的电工并不容易。这些都是实实在在的问题。

机器人在执行任务时的优势，并不总在于降低人力成本。有时，它体现在一些高价值的应用场景中，企业非常看重并愿意为此支付高额费用。这不仅限于数据中心，在建筑、物流等领域也是如此。未来，我们将看到以此为基础催生新业务——人们将以机器人原生的方式（而非仅仅是 AI 原生）来开展作业。我对这样的发展前景充满期待。而且，这并非宇树科技一家的专利，在其他形态的机器人、其他公司中同样能看到这一趋势。

乔丹：没错，到目前为止我们讨论了很多方面，不仅涉及人形机器人，显然还包括...

雷克：确实如此。

乔丹：.....四足机器人以及各类机器人，我觉得这些都有关联。不过我们或许可以回到之前提到的某个点。我认为有两件事值得注意。如果我们将人形机器人市场与中国企业此前进入并主导的市场——比如无人机、太阳能板、电子元器件或消费电子产品——进行比较，你提到了规模经济是其中的关键因素。我很好奇，你是否可以聊聊深圳的消费电子生态系统？这个系统曾为一些现有产业提供动力，那么它在这里（人形机器人领域）可能会如何发挥作用呢？

我就直接放上这篇文章里我喜欢的那张图，大家可以看到.....真的太棒了.....能一目了然地看清整个供应链。

雷克：这东西真大。没错，太震撼了。这就是华强北吧。虽然我发音完全不对，但就是这儿。

乔丹：我都有点不以为然而了。给只听音频的朋友们解释一下，这张照片拍的是.....

Reyk：这里是华强北，位于深圳的一个电子市场。一栋七层的大楼里全是消费电子零部件，整条消费电子供应链都聚集在此，令人难以置信。你可以直接进去购买微控制器、各种场定向控制器、摄像头、惯性测量单元 (IMU) 等任何你需要的零件。只要带上人民币，付钱后就能拿到手里，所有组装无人机所需的零件都能在一栋楼里买到，真是太了不起了。而这仅仅是广州、广东、深圳地区，即珠江三角洲的一部分，所有产业都集中在这个区域。我完全没有回答你关于规模经济的问题，但就这样吧。

乔丹：不，不过我们把它和我认为那篇关于宇树科技人形机器人文章中最酷的图表联系起来吧。在那个图表里，你可以看到这些人形机器人的物料清单，包括手臂、腰部、头部、躯干、腿部以及所有这些单独的组件。概念上，我可以只放大其中一个部分来看，比如躯干。它里面有一个电池系统、一个 CPU 板、一块英伟达 Jetson NX（也许那块板有点不同）。腿部则有变速箱电机、关节驱动器、连杆和轴承。要是看看所有这些组件的话.....能否谈谈人形机器人领域的供应链情况，以及它与中国在消费电子领域取得的成就相比有何不同？哪些组件是共通的？哪些组件已经存在？整个供应链是否已经完善了？现状如何？

Reyk: 没错。这话可能有点夸张，不过我觉得其中不少部件其实原本就受益于消费电子产业。你们常用的标准控制器大多来自这个供应链。比如塑料件的注塑工艺，还有现在已经很通用的电机。人形机器人这块我们后面再细说，但关键在于，中国很多基础元器件其实都非常常见。

宇树科技与人形机器人领域的一个有趣现象是，如今围绕它正形成一个生态系统。这里说的并非特指宇树，而是整个中国人形机器人市场——大量行星齿轮箱正在被制造出来，这正是宇树机器人手臂中用于精准运动的部件。这些齿轮箱的规格和尺寸都恰到好处，而几年前这种需求几乎不存在。无人机基本用不上齿轮箱，它们主要依赖高速电机。如今，每个省份都有提供齿轮切割服务的厂商，而过去根本没人需要这类定制齿轮。

如果你环顾四周……我记得有篇文章提到，中国目前已经有 200 多家仿人机器人公司。这些公司如雨后春笋般涌现，正是这庞大的企业数量催生了众多新供应商。它们纷纷找上门来说：“嘿，我这有低成本的变速箱，卖给你吧，做我的客户，我们一起干，赶紧抓住这波仿人机器人的浪潮。”现在，整个供应链都开始集中到那些被证明特别适合仿人机器人的架构上，而这种规模化的供应链整合在中国之外根本不存在。所以你正在亲眼见证这个生态系统的实时构建，而宇树科技正从中积极获益。我本可以大谈特谈其物料成本优势，但还是先忍一忍吧。

乔丹：不过，嗯，或许吧……

雷克：或许吧。

乔丹：有一点。或许我们可以进一步探讨，这如何影响系统后续版本的演进，尤其是当前用户反馈的可靠性和散热问题。

Niko：对。还有一点值得强调：这不仅仅关乎移动领域。再重复一下，我们提到的不仅是像大疆这样的企业，也不仅仅是他们拥有几家在过去二三十年里增长速度惊人的顶级手机公司。还要看他们的汽车产业。许多机器人公司的代工厂商，与推动汽车市场发展至如今规模的代工商是同一批，或者拥有相近的技术人才，这也正是汽车市场仍在如此大规模增长的原因。

电子市场之所以能存在，是因为它有一个极其多样化的生态系统，里面有很多很多小玩家。我一下子想不起那个词了，真可惜，因为可能会被引用错，但我一个朋友把这叫做“千主之海”。有这么一个人，他是全世界最擅长做某个特定零件的，给一些客户做了 20 年，他非常清楚怎么让自己的机器达到最高的良率，怎么改进，怎么把零件做得又好又快，让你第二天就能收到货。而且他们都在互相竞争。他的客户数量多到跟美国比起来简直离谱，如果他不能在质量、精度和可靠性上做到经济上可行，不能因为竞争激烈而不断降价，那他就活不下去。

他们的竞争格局让不同厂商的消费者都能从极具价格竞争力的市场中获益。产品质量主要源于内部社区为求生存而施加的压力。这背后是多个硬件市场的存在，这些市场共同受益于制造人形机器人及其他形态所需的复杂技术和工艺水平。正是由于拥有多样化的技术可以在整个领域中进行实验，他们才得以构建出这些生态系统。

这个生态系统对他们而言并非全新的，而是衍生的。这正是人们真正难以理解的一点。当初我们为苹果的生产迁往那里，并从美国为其搭建供应链后，他们便再未止步。他们不断推出更新、更强、更廉价的产品，而其制造过程还催生了庞大的二阶效应：众多企业为这些大公

司的成长提供服务，最终形成了竞争异常激烈的市场。这些企业在此过程中变得极为优秀，积累了深厚的行业知识，从而得以生存。所以，没错，这些因素都至关重要。

乔丹：说得对。好吧，我最后一个问题，问完就收工。开头我们简单提过一嘴，但或许你能说得更具体些。这期播客整体基调很积极，尤其是对人形机器人充满期待，不过现实落地和炒作之间差距还是很大的。一开始我们聊过这个。但假设中国有上百家人形机器人公司，还有地方层面的竞争。你能为宇树科技设想一个比较悲观的局面吗？比如，有竞争对手突然出现，彻底抢占了整个人形机器人市场，或者宇树科技的实际表现远不如你现在的预期。这种情况会是什么样？他们还需要克服哪些挑战？

尼科：嗯，这确实很难。我不会坐在这里说自己有预知未来的水晶球，能准确预判事态的发展。如今入局者众多。感觉中国每周都会冒出一家新的人形机器人公司，都在研发机器人。以前要花好几个月才能造出一个外观勉强过得去的原型，这很大程度上得益于成熟的供应链。现在你会看到新公司突然冒出来，比如“哦，是啊，我们两周就搞出了这个机器人，它能走路，还能做三轴后空翻，各种酷炫动作应有尽有”。当然，说实话，会跳舞这件事本身并没有什么大不了。

乔丹：真的吗？那你目前最喜欢的演示是哪个？

Niko：我觉得自己很无趣。我想要的是机器人难以完成的任务，也就是可重复的高精度操作。

乔丹：像炒洋葱那样？你这话是什么意思？

尼科：老实说，我特别热衷于数据中心。我很想亲眼看看装配流程，看看这些零件如何拼成一辆自行车。我想感受力和扭矩在实际操作中的体现，以及它们如何被精准支配。真正灵巧的操作离不开对力和扭矩的深刻理解。有一个明确的方向来逐步实现这一目标，那就是将他们目前的工作规模扩大。

乔丹：嗯，没错。你最喜欢哪个演示？

雷克：春节联欢晚会。你可以去看看那个视频。说实话，那个视频简直太棒了，帅呆了。你看里面那些人正在箱子上进行跑酷表演。那个视频真是令人难以置信，我是它的超级粉丝。

乔丹：我们终于发现播客里存在分歧了。

Niko：跳舞对我来说并不简单，但机器人却像是天生的舞者。它们不需要很高的精度，可以随意摇摆，就算落脚点错了，看起来也依然帅气。它们比我跳得强多了，所以我根本没资格挑剔。

乔丹：你觉得马拉松比赛的表现怎么样？

尼科：这极大地展示了倦怠现象不会再持续太长时间。

Reyk：嗯，确实如此。

尼科：这还挺酷的嘛。

尼科：从《终结者》电影的角度来看，它们如今能跑这么远确实令人不安，但反观我们在电机续航方面取得的进步，这又确实令人叹服。这一点我得对研发团队表示敬佩。

雷克：我们这边的人都太务实了，乔丹。不过我得承认，我确实喜欢这些机器人的社交应用场景。而且明确一下，我并不想让这段讨论把宇树科技变成笑柄。但我想说的是，这些机器人确实挺有趣的。我特别喜欢那些让它们在街上到处晃悠、嘴里不停冒出各种离谱话语的视频。真的非常喜欢。别误会，这些算不上什么正式的演示。

尼科：没错，大家都很喜欢这些机器人，真是太受欢迎了！

雷克：得了吧。这个一米五的小个子到处晃悠，想说什么就说什么，还能翻跟头，对我们来说已经挺不错了，还会跳舞什么的。简直太棒了。有这家伙在身边真让人开心。

乔丹：这让我想起来，几周前好像看到我们有个同事约了个机器人出去。

雷克：这事我听说过。没错，向米歇尔致敬。

雷克：但愿刚才那一枪……哇。

尼科：一路顺风。

尼科：没错。我觉得宇树科技会面临激烈竞争吗？当然，百分之百会。

Reyk：没错。

尼科：他们现在能从中获益吗？关键其实在于策略。宇树科技是中国成就的一个缩影，他们得益于自身的生态系统。目前所有生产的机器人，哪怕是美国制造的，都依赖于他们的生态系统，因为我们的供应链在很大程度上以他们为基础。所以说，他们既因自身而受益，也因我们而受益。

乔丹：还有那位顾客。

尼科：Unitree 会不会面临竞争？当然会。但它能成为一家杰出的企业吗？我愿意押注于此。如果你要跟我打个赌，我说它们一定会发展得很好。

乔丹：你们一开始就说了吧？硅谷那些初创公司靠融资研发各种机器人，接着用这笔钱买宇树科技的人形机器人，放在旧金山一个仓库里。这大概就是他们现在业务的重点——为未来做研发。

Niko：我认为，以仓库为例，这只是一个测试案例，用以展示当下有人正试图将机器人推向市场。但我不会贸然认为这已成为主流。

尼科：目前，宇树科技的大部分客户来自大学。不过，随着新的政府法规出台，这种情况将大幅减少。尽管如此，宇树科技在向研究人员销售低成本机器人方面表现出色，这些机器人不仅实用、易于维护且性能强悍，非常适合用于训练 AI 模型。

顺便提一句，我这话是非常认真的：我对美国能在这个市场参与竞争持乐观看法，但这将非常艰难。不过，美国确实在日益重视这个问题。要确保我们拥有某种自己的供应链，这极为困难。我认为我们的投入严重不足。我们没有金属加工能力，铝产量也太低，即便我们有建立加工厂所需的化学原料，这些原料仍要从中国进口。我们这里不生产许多关键部件，也不知道如何制造它们。我们虽然能绕制执行器，但它们主要仍在中国生产。这些都是非常严重的问题。

不过，随着人工智能的推进，这种必要性将催生大规模、巨额的投资。当前，中国占据着极其有利的地位。对我而言，这篇文章也意在敲响警钟，提醒人们不必等到我们达到乐观主义者幻想的那种、Figure 公司梦寐以求的从零到百的完整人形机器人阶段，就能意识到这个市场正在蓬勃发展。文章的重点在于，这个市场已然在动态演进。技术正以独特方式显现生机，而供应链显然正随时间推移不断强化其吸引力，并且它们的优势短期内不会消退。若将几年前还是四足机器人公司的它们，如今看作汽车制造商……我绝不会小看这些企业，因为它们已展现出惊人的进步。但可以预见，按照当前的发展节奏，中国将涌现更多公司的成就，美国也会在此领域大力投入。

雷克：没错，他们能够涉足这个市场本身就意义非凡。这在一年前甚至都还不在讨论之列。我想特别强调一点，虽然这更多是个人观察——部分内容并未收录在文章里，部分收录了，但这一点往往被忽视：那就是 Unitree 整个项目的规模化发展进程。

如我们之前所说，他们涉足四足机器人领域，效果立竿见影。四足机器人成功了，成本骤降 95%，如今已出货数万台，进展非常顺利。这是第一点。虽然论文中没有明说，但无法建立完美的一一对应关系。我内心深处的想法是：将四足机器人的驱动系统优化到足够可靠，同时为四足机器人设计的诸多系统以及实际机械组件（即机器人中使用的零件）也达到足够的性能水平，这样就能将大量组件直接移植到人形机器人上。最初 H1 人形机器人的技术基础就是这样奠定的。

文章中提到这一点时，我们觉得这真是个绝佳的数据点。我非常感谢那位接近宇树科技的朋友告诉我这些。H1 最初的设计理念是让四足机器人用两条腿站立。初次看到它时，你会觉得它疯狂又怪异——它的腿已经弯曲得像四足动物一样。当它行走时，会做出轻拍腿部的动作。简单来说，它本质上就是一个用两条腿行走的四足机器人。

所以从那时起，再看 G1 机器人，他们出货量是多少？2025 年初大约 400 台，随后九个月内激增至 4000 台。又过了三个月，到 1 月份时，他们表示目前已经达到 6500 台。你可以直观地看到规模在实时扩张。他们现在所取得的成就令人难以置信。虽然这还处于早期阶段，但已经非常令人瞩目了。

乔丹：好的，各位，我们得结束了。这次聊得非常愉快。还有什么想补充的吗？

雷克：但愿不会。

Niko: 初期阶段已经出现。我觉得这已不再是科幻，未来四五年会变得越来越超乎想象。

瑞克：第一局，比赛开始。

尼科：没错，比赛开始了。比赛开始了。

雷克：尼科，你会在家里放一台 G1 吗？还是选 H2？

尼科：我有点担心安全问题。我确实觉得这些机器人是真的，地缘政治会变得非常微妙。美国需要把这类技术放在优先位置，我们得理顺自己的供应链。宇树是一家很厉害的公司。至于它们会如何发展……嗯，说得委婉一点。你会入手一个吗，雷克？

Reyk：就是觉得在走廊里看到它会有点吓人，这是我唯一的顾虑。半夜起来倒杯水，结果门外杵着个一米八的大个子，想想就瘆得慌。

乔丹：先从室友说起吧。

雷克：没错，没错。

尼科：我想要个会叠衣服的机器人。我对家用机器人真的充满期待。

雷克：是的，我对叠衣服的机器人很期待。它不用会走路，也不用长得像我，但能做一台叠衣服的机器人，这就挺好。

尼科：给它套件花衬衫，就妥了。

雷克：没错，给他戴上墨镜，这事就结了。

乔丹：公寓楼里有这么一台机器。它会挨家挨户上门，时不时帮你叠好衣服，省得你自己动手。

Niko：我对它作为一项便利设施感到非常兴奋。我已经期待多年了。机器人成为生活的一部分，这让我很激动。想想看，我的公寓楼里有健身房……而我的公寓里有个机器人帮我搞定所有事情。那该有多酷啊。

乔丹：哈，把健身单车还回来！说得对。好了各位，感谢今天来录播客，很荣幸。